

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-063385

(43)Date of publication of application : 05.03.1999

(51)Int.Cl.

F16N 7/38

(21)Application number : 09-244747

(71)Applicant : TAKENO NAKAMASA

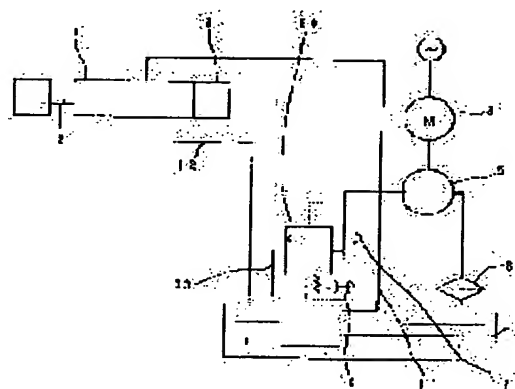
(22)Date of filing : 25.08.1997

(72)Inventor : TAKENO NAKAMASA

**(54) ROTARY SHAFT BEARING LUBRICATING METHOD AND ROTARY SHAFT TEMPERATURE CONTROLLING METHOD USING THIS METHOD****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the generation of excessive energy from a lubricant supply device so as to suppress temperature increase to minimum by suppressing turbulence of lubricant in a bearing unit and preventing an oil pump from discharging excessive oil unavailable for lubrication.

**SOLUTION:** A driving motor 8 is driven by means of an inverter at a selected number of revolutions when a power source of a lubricant supply device is turned on, and lubricant is fed out by means of an oil pump 5 at a selected discharge ratio of 1800 cc/min so as to be fed to a spindle bearing unit 1 from a supply flow passage 11 by a proper quantity for eliminating turbulence due to stirring. Then, the lubricant, which lubricated the spindle bearing unit 1, is heated because it takes the heat generated in lubrication while lubricating the bearing, and the oil pump 5 is prevented from discharging excessive oil, which not used for lubrication, so that the generation of excessive energy from the lubricant supply device is prevented, and the oil raised in temperature is returned to an oil tank 7.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 11.01.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3394692

[Date of registration] 31.01.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

**BEST AVAILABLE COPY**

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-63385

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月5日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>  
F 1 6 N 7/38

識別記号

F I  
F 1 6 N 7/38

C

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-244747

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月25日

(71) 出願人 597129609

武野 伸勝

愛知県稲沢市奥田町四反地3722-6

(72) 発明者 武野 伸勝

愛知県稲沢市奥田町四反地3722-6

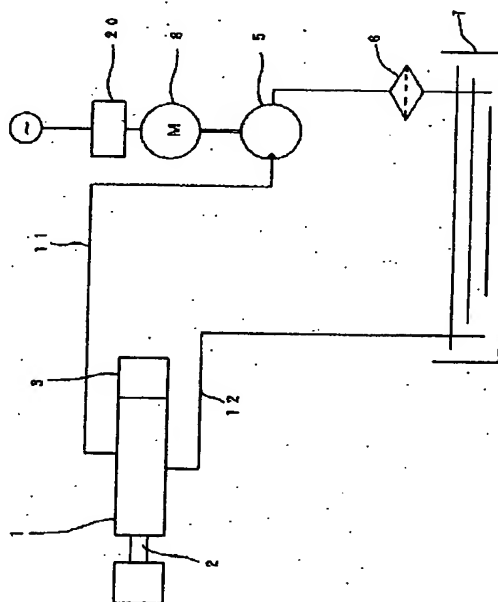
(74) 代理人 弁理士 加藤 由美

(54) 【発明の名称】 回転軸軸受潤滑方法及びこの方法を用いた回転軸の温度制御方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、回転軸軸受潤滑に必要としない余分の潤滑油を圧力調整弁から排出すると軸受潤滑油供給装置のオイルポンプ、駆動モータが余分のエネルギーを発生させることになり、潤滑油の温度が上昇するという問題を解決し、この余分のエネルギーを発生しない軸受潤滑方法を提供する。

【解決手段】 予め実験により回転軸回転数に対応する軸受ユニットの上昇温度、潤滑油流量の関係を求め運転状態に見合った最適潤滑油流量を把握してこの値にもとづきオイルポンプの回転数を制御して上記油量を吐出させる。この吐出流量で軸受ユニットを潤滑する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転軸の軸受に潤滑用油を供給するオイルポンプに回転数に対応した吐出量が得られる形式を用い、予め回転軸の回転数をパラメータとする軸受温度上昇と供給する潤滑油流量との関係を求めて回転数に対する最低温度上昇時の最適潤滑油流量を把握しておき、運転する回転軸の回転数に対応した最適潤滑油流量を吐出するようにオイルポンプの回転数を制御して軸受を最適潤滑油流量で潤滑してなり、軸受ユニット内での潤滑油の乱流を抑制するとともに、潤滑に利用しない余分の油をオイルポンプが吐出しないようにして潤滑油供給装置からの余分のエネルギーの発生を無くすることを特徴とする回転軸軸受潤滑方法。

【請求項 2】 回転軸の軸受に潤滑油を供給するオイルポンプに回転数に対応した吐出量が得られる形式を用い、予め回転軸の回転数をパラメータとする軸受温度上昇と供給する潤滑油流量との関係を求めて色々な回転数に対する最低温度上昇時の最適潤滑油流量を把握しておき、色々な回転数に対する最低温度上昇の点を結ぶ温度特性カーブを求めて、該温度特性カーブを利用して広い回転数範囲に対応して、それぞれの回転数に最適の潤滑油流量を供給し、何れの回転数においても最低温度上昇で運転できることを特徴とする回転軸の温度制御方法。

【請求項 3】 回転軸の軸受に潤滑用油を供給するオイルポンプに回転数に対応した吐出量が得られる形式を用い、予め回転軸の回転数をパラメータとする軸受温度上昇と供給する潤滑油流量との関係を求めて色々な回転数に対する最低温度上昇時の最適潤滑油流量を把握しておき、回転軸起動時に潤滑油流量を前記最適潤滑油流量よりはるかに大量に供給して軸受の温度上昇の立ち上がりを急速に行い、飽和点以上に達したとき潤滑油供給流量を減らし暫くしてから最適潤滑油流量に切り換えることにより、回転軸の軸受温度が飽和点へ到達する時間を短縮することを特徴とする回転軸の温度制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は産業機械、特に高精度が要求される工作機械、例えば研削盤、旋盤、マシニングセンタ等の主軸に類する回転軸軸受の潤滑方法及びこの方法を用いた回転軸の温度制御方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】工作機械に使用する主軸軸受は主軸の回転数の上昇に伴って温度が上昇し、この温度上昇がその主軸の最高回転数を制限する原因にもなる。同時に主軸又は主軸台等に熱変位が発生して加工精度に影響するため、如何にして軸受温度の上昇を抑えるかが各製造技術者の頭を使うところである。従来一般に行われている軸受への潤滑油供給装置を図 1 にもとづいて説明する。主軸ユニット 1 は例えば先端に工具を取り付けた主軸 2 が軸受〔流体軸受（動圧軸受等）または転がり軸受〕で軸

承されており、軸の後部からベルト駆動またはモータ 3 との直結により駆動される。潤滑油供給装置のオイルポンプ 5 はフィルタ 6 を介してオイルタンク 7 に接続されている。オイルポンプ 5 は駆動モータ 8 の回転によって一定量の油を吐出するものである。吐出された潤滑油は油量調整弁 9、圧力制御弁 10 を介して供給流路 11 より軸受ユニット 1 の軸受に供給され、軸受を潤滑したあと排出流路 12 からオイルタンク 7 へ戻される。流量調整弁 9 は通常軸受の必要とする適当な流量に調整されており、軸受に供給されない余分の油は圧力制御弁 10 の排出路 11 よりオイルタンク 7 に戻される。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】一般にオイルポンプ 5 および駆動モータ 8 は余裕を持った容量で設計使用されているので、潤滑に必要なし余分の流量は必然的に圧力制御弁 10 の排出路 11 から排出されタンク 7 内の油の温度を一層上昇させる。この排出される流量の分だけオイルポンプ 5 および駆動モータ 8 は余分のエネルギーを発生していることになる。このエネルギーは取りも直さず潤滑油供給装置自体の温度上昇となり潤滑油の温度へ添加され温度上昇につながる。軸受ユニット内で主軸の回転に伴う発熱による軸受自体の温度上昇に加えて、余分のエネルギーにより既に温度が上昇している潤滑油の温度が加算され総合的な軸受ユニットの温度上昇となりそれだけ主軸ユニットの運転可能回転数の上限に近づき、すなわち運転不能限度に近くなり、さらに機械の熱変位を増大するという問題があった。

【0004】また軸受ユニットの軸受に必要なとする潤滑油流量を流量調整弁で調整するとしても適格でない場合が多く、従来の觀念から一般には多い目に調整されており、軸受ユニット内の攪拌による乱流を生じる結果、かえって温度上昇が起こっているという問題があることが判明した。本発明は従来の技術の有するこのような問題点を鑑みなされたもので、その目的とするところは、軸受ユニット内での潤滑油の攪拌、及び潤滑油供給装置から発生する余分のエネルギーにもとづく余分の温度上昇を伴った潤滑油を、軸受ユニットに供給する構成を止めて、温度上昇を最低に抑えることのできる回転軸軸受潤滑方法並びにこの方法を用いた回転軸の温度制御方法を提供しようとするものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明はこの問題を解決するために、回転軸の軸受に潤滑用油を供給するオイルポンプに回転数に対応した吐出量が得られる形式を用い、予め回転軸の回転数をパラメータとする軸受温度上昇と供給する潤滑油流量との関係を求めて回転数に対する最低温度上昇時の最適潤滑油流量を把握しておき、運転する回転軸の回転数に対応した最適潤滑油流量を吐出するようにオイルポンプの回転数を制御して軸受を最適潤滑油流量で潤滑してなり、軸受ユニット内での潤滑油の

乱流を抑制するとともに、潤滑に利用しない余分の油をオイルポンプが吐出しないようにして潤滑油供給装置からの余分のエネルギーの発生を無くするものである。回転軸の回転数に見合った最適な潤滑油流量をオイルポンプが吐出するようにして軸受を潤滑させる。このため軸受ユニット内で潤滑油の攪拌による乱流が生ぜず、またオイルポンプ、駆動モータから余分のエネルギーが発生せず潤滑油供給装置自体の温度上昇が最低となり、軸受の温度上昇に転嫁される度合いが最少となる。また軸受も運転条件に見合った必要な潤滑油流量が供給されるので軸受の温度上昇も最少となる。

【0006】また回転軸の軸受に潤滑油を供給するオイルポンプに回転数に対応した吐出量が得られる形式を用い、予め回転軸の回転数をパラメータとする軸受温度上昇と供給する潤滑油流量との関係を求めて色々な回転数に対する最低温度上昇時の最適潤滑油流量を把握しておき、色々な回転数に対する最低温度上昇の点を結ぶ温度特性カーブを求めて、該温度特性カーブを利用して広い回転数範囲に対応して、それぞれの回転数に最適の潤滑油流量を供給し、何れの回転数においても最低温度上昇で運転できるものである。広い範囲運転できるとともに最高速度で運転できる限度を求めることができる。

【0007】また回転軸の軸受に潤滑油を供給するオイルポンプに回転数に対応した吐出量が得られる形式を用い、予め回転軸の回転数をパラメータとする軸受温度上昇と供給する潤滑油流量との関係を求めて回転数に対する最低温度上昇時の最適潤滑油流量を把握しておき、回転軸起動時に潤滑油流量を前記最適潤滑油流量よりはるかに大量に供給して軸受の温度上昇の立ち上がりを急速に行い、飽和点以上に達したとき潤滑油供給流量を減らし暫くしてから最適潤滑油流量に切り換えることにより、回転軸の軸受温度が飽和点へ到達する時間を短縮するものである。最適潤滑油流量より大量の潤滑油を供給するので軸受の焼付の恐れはなく安全運転が可能で回転軸の温度の飽和点への時間が短縮できる。

【0008】

【発明の実施の形態】発明者は回転軸の動圧軸受を採用した主軸ユニットの軸受の温度上昇と潤滑油流量の関係を長年にわたって研究しその結果一つの新しい事実を見出した。即ち従来軸受の温度上昇は潤滑油流量を多くするほど抑制できるというのが一般的な常識となっていた。ところが実験を重ねるうち、潤滑油流量が多ければ多い方が良いということに疑問が生じた。軸受の構成、負荷の状況等の種々の条件を考慮して製造された回転軸はそれぞれに軸受が必要とする潤滑油流量が決められるものであり軸受温度上昇を少なくする最適流量が存在するところが判明した。

【0009】その一つ目には今まで軸受が潤滑に必要としない余分の油はタンクに戻していたことが潤滑油温度の上昇に悪影響を及ぼしていることが明らかとなった。

その二つ目には軸受ユニットの軸受に必要な潤滑油流量を流量調整弁で調整するとしても適格でない場合が多く、従来の觀念から一般には焼付の防止上多い目に調整されており、軸受ユニット内での余分の潤滑油の攪拌による乱流を生じる結果、かえって温度上昇が起こっていることが明らかとなった。

【0010】図2は実験結果の一例を示す図表である。このときの実験条件は、軸受型式；動圧軸受、軸径φ55mm、潤滑油；エッソスタンダード、ベロシティ#3、室温；22℃。

【0011】図表は回転軸の回転数をパラメータとした潤滑油流量と軸受ユニットの温度上昇との関係を示すものである。回転軸回転数が2000rpmの場合において、潤滑油の供給量の増加に対してF1点の潤滑油流量約1200cc/min迄は温度上昇の値は順調に低下しているが、1200cc/minを越える付近から温度上昇の値は再び上昇に転じている。これは軸受ユニット内での余分の潤滑油による攪拌による乱流現象による。即ち温度上昇が最低となる流量が存在することを示している。回転軸回転数が4000rpmの場合は温度上昇最低の流量は約1800cc/min近傍のF2点である。回転軸回転数が6500rpmの場合の温度上昇最低の流量は2300cc/min近傍のF3点である。なお、このF1、F2、F3点は軸受の構造、負荷等によって変動するものである。したがってこの実験データは実際の軸受ユニットにおいて求めるべきものである。

【0012】

【実施例】上記の実験結果にもとづき本発明に使用する軸受潤滑装置を示す図3にもとづき説明する。図1と同じ部品は同符号を付して説明を省略する。オイルポンプ5は吐出量が回転数によって変更できる市販されているものを用い、その駆動モータ8を制御手段20で制御するものである。従って従来技術において必要であった流量調整弁9、圧力調整弁10は不要となる。

【0013】ここに使用する制御手段20について電気的制御の第1の場合を図4について説明する。駆動モータ8は通常の汎用モータが使用でき、このモータ8の入力電源の周波数を変える市販の通常のインバータ21を用いることができる。インバータにより駆動モータ8の回転数を、必要とする吐出量となるようにオイルポンプ5の回転数に合わせる。

【0014】電気的制御の第2の場合を図5について説明する。駆動モータ8は直流モータ22を使用し交流電源を整流器により直流電源としてその電圧を変更する電圧変換器23を用いる。直流電圧を変更して駆動モータ8の回転数を必要とする吐出量となるようにオイルポンプ5の回転数に合わせる。

【0015】電気的制御の第3の場合を図6について説明する。市販されているオイルポンプはリニアモータ式

オイルポンプ或いはバイブレータ式オイルポンプ25を用いる。このポンプの回転数制御に周波数変換器26が組み合わされる。周波数変換器26の周波数を変更して駆動モータ8の回転を必要とする吐出量となるようにオイルポンプ25の回転数に合わせる。

【0016】機械的制御の場合を図7について説明する。駆動モータ8の出力軸に市販されている変速装置27を接続し、この出力軸をオイルポンプ5と連結するものである。そして必要とする吐出量が得られるようにオイルポンプの回転数に変速装置を調整する。

【0017】このような構成における本発明の作用を説明する。使用条件に対応して回転軸軸受ユニット1が決まると必然的に回転数が決まる。一般的に、この回転数はその用途により固定回転数の場合とある程度の範囲を持つ場合とがある。今駆動モータ8の制御手段20を図4の構成を用いるものとする。回転軸回転数をパラメータとした。回転軸軸受ユニット1の温度上昇と潤滑油流量との関係を、予め実験して求めた図2から最低温度上昇に見合う最適潤滑油流量を確認する。オイルポンプの吐出量と回転数との関係を示す特性表により、上記最適潤滑油流量が吐出される回転数を選択する。インバータ21の周波数を選択して駆動モータ8の回転数をオイルポンプ回転数に合わせる。予め測定したオイルポンプの回転数と吐出量との関係から駆動モータの回転数を個々に設定する。

【0018】例えば回転軸の回転数4000rpmが決定されたとすると、最適潤滑油流量は1800cc/minと図2より求める。又は図2におけるF1、F2点、F3点から、個々の回転数に対する最低温度上昇の点を結ぶ温度カーブH線を図8のように得ることができる。図8のG線は図2のF1点の流量で2000、4000、6500rpmで運転した時の流量、すなわちF1点と交差する垂直な線に交わる点の温度上昇の値をプロットしたものであるから、4000、6500rpmではH線より高い温度上昇となる。この各回転数におけるG線とH線との温度上昇の差は本方式により普通の運転方式より低い温度で運転できることを意味している。

【0019】潤滑油供給装置の電源を入れるとインバータ21が選択した回転数で駆動モータ8を駆動する。これによりオイルポンプ5は選択した吐出量1800cc/minの潤滑油を送り出し、供給流路11より主軸軸受ユニット1に供給される。潤滑油供給は適量であるので軸受ユニット内での攪拌による乱流はなく、主軸軸受ユニット1を潤滑した潤滑油は排出流路12よりオイルタンク7に戻される。循環された油は軸受を潤滑するとともに発熱した熱をうばって昇温した油となってオイルタンク7に戻される。しかし潤滑油供給装置では余分のエネルギーが発生していないのでタンク内の油は軸受ユニットからうばった熱による昇温より更なる温度上昇はなく、主軸軸受ユニットの温度上昇は小さいものとな

る。なお実施例では動圧軸受を例としたが転がり軸受に適用できることは勿論である。

【0020】広い回転数範囲を持つ、および高速な回転軸を必要とする場合に、軸受に潤滑油を供給するオイルポンプに回転数を対応した吐出量が得られる形式を用い、予め回転軸の回転数をパラメータとする軸受温度上昇と供給する潤滑油流量との関係を求めて色々な回転数に対する最低温度上昇時の最適潤滑油流量を把握しておき、色々な回転数に対する最低温度上昇の点を結ぶ温度特性カーブを得ることができる。従来は、同じ潤滑油流量で広い回転数範囲の運転を行う場合はその範囲の最高回転数を満足させる潤滑油流量で低い回転数も運転することになり、低い回転数においては、本来は低い回転数のみで運転する場合に比べて高い温度上昇で運転される結果となる。本案は、広い回転数範囲に対して、上記の温度特性カーブを利用してそれぞれの回転数に最適の潤滑油流量を供給するので、何れの回転数においても最低温度上昇で運転できる回転軸の潤滑油供給の制御方法。この方式は回転軸を広い回転範囲で運転するのに効果を発揮する。また高速回転の上限を高めることも可能となる。

【0021】さらに本発明で述べた回転軸潤滑方法を軸受ユニットの温度の安定領域（飽和点）に早く到達させたい場合に適用することができる。潤滑油流量を少なくしておけば温度上昇の立ち上がりが早くなるが、この場合は軸受の焼付が起こる可能性が大きく、危険にさらされる運転は避けなければならない。本発明では安全状態において運転できる方法である。回転軸の回転による温度上昇と経過時間との関係が図9のD線に示す状態である場合、そのときの回転軸回転数における温度上昇に対する最適潤滑油流量以上のはるかに大量の流量を軸受ユニット1に供給して、軸受ユニットの発熱を促進して温度上昇の立ち上がりを急速に行い、軸受ユニット1の温度をE線のE1点まで上げ、E1点に達したら潤滑油の供給を減らして、暫くしてから最終的にその回転数の最適潤滑油流量に切り換えることにより、温度の安定領域に達する時間をほぼ半減させるということができる。

【0022】起動停止の頻度の高い回転軸の場合、上記と同様の方法でやはり起動時のみ潤滑油供給量を最適潤滑油流量より増やしてから最適潤滑油流量に戻すことにより回転軸の温度上昇が高くなるのを防ぎ且つ回転軸の損耗を少なくすることができる。これによって機械の稼働効率を上げるとともに、主軸の運転領域即ち温度上昇の範囲をある程度広く制御することが可能である。さらにまた回転軸回転数が広い範囲でその回転数に対応する最適潤滑油流量を図8より求めて回転数の変化に対応してオイルポンプの回転数を順次手動又は自動で切り換えて行くことにより広範囲に対応することができる。

【0023】

【発明の効果】請求項1の本発明は予め実験で求めてお

いた主軸回転数に対応した最適な潤滑油流量をオイルポンプが吐出するようにオイルポンプを制御するようにし必要以上の潤滑油の供給をなくしたので、オイルポンプ、駆動モータを含む潤滑油供給装置が余分のエネルギーを発生することがなくなり、軸受で発生する熱による油温の上昇のみに止めることができ、また軸受ユニット内での攪拌による乱流を防止でき、軸受ユニットの温度上昇を総合的に最低に抑えることが可能である。このため従来より広い回転数領域で低い温度上昇で運転が可能となり、高速回転域を持つ軸受ユニットが得られる。また特定回転数のみ運転される軸受ユニットを特別な冷却装置を付加することなく最低の温度上昇とすることが可能である。さらに節電にも寄与する。請求項2の本発明は広い回転数範囲において温度の上昇を最低で運転することができる。請求項3の本発明は回転軸温度の安定領域に早く到達でき運転効率が上がる。そして温度上昇を最低点から広い範囲にわたって制御できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の軸受の潤滑油供給装置を示す説明図である。

【図2】回転数をパラメータとし軸受温度上昇と潤滑油流量との関係を示す図表である。

【図3】本発明の軸受の潤滑油供給装置を示す説明図である。

【図4】オイルポンプ駆動モータの第1の電氣的制御を\*

\*示す説明図である。

【図5】オイルポンプ駆動モータの第2の電氣的制御を示す説明図である。

【図6】オイルポンプ駆動モータの第3の電氣的制御を示す説明図である。

【図7】オイルポンプ駆動モータの機械的制御を示す説明図である。

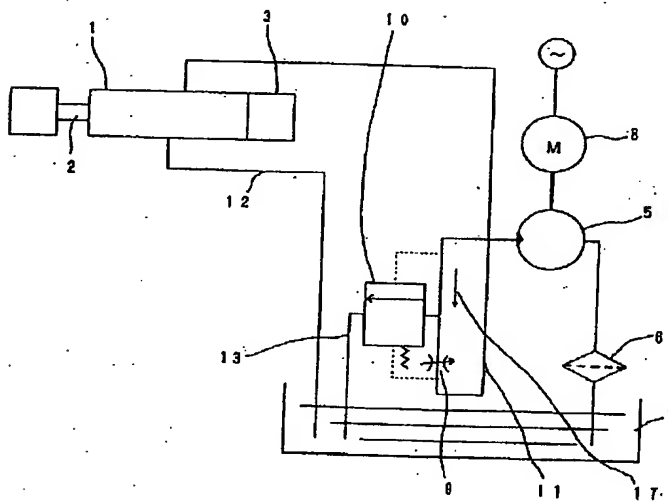
【図8】最適潤滑油流量に対する主軸温度上昇と回転数との関係を示す図表である。

10 【図9】軸受ユニットの温度上昇と経過時間との関係を示す図表である。

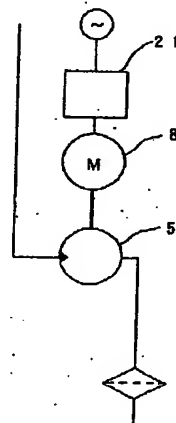
【符号の説明】

- 1 主軸軸受ユニット
- 2 主軸
- 3 駆動モータ
- 5 オイルポンプ
- 8 駆動モータ
- 20 モータ回転数の制御装置
- 21 インバータ
- 22 直流モータ
- 23 直流電圧変換器
- 25 リニアモータ式オイルポンプ
- 26 周波数変換器
- 27 変速機

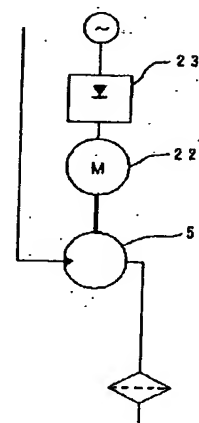
【図1】



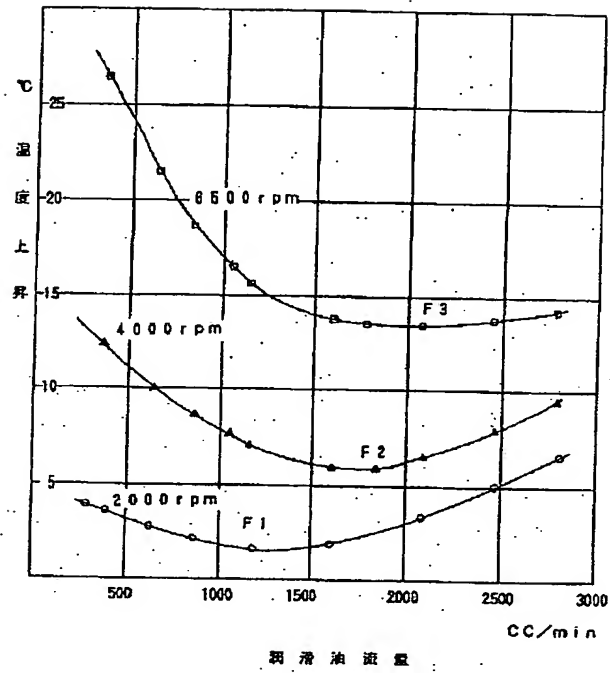
【図4】



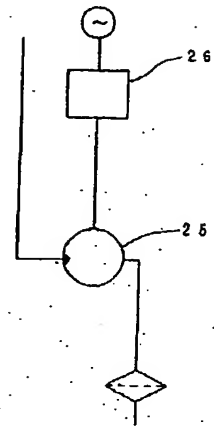
【図5】



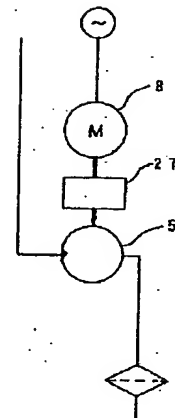
【図2】



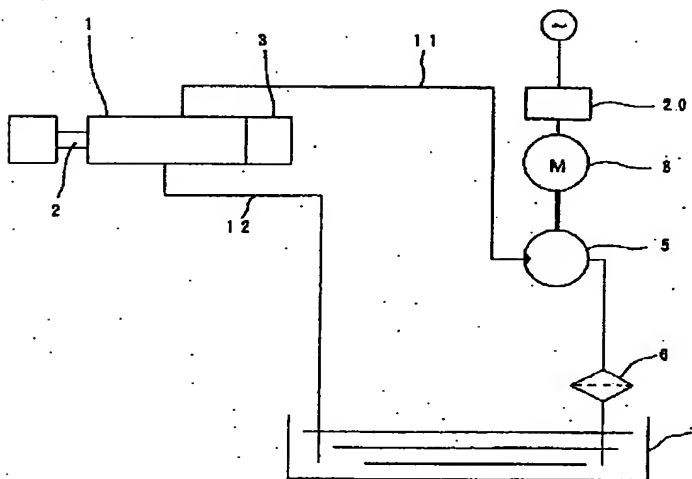
【図6】



【図7】

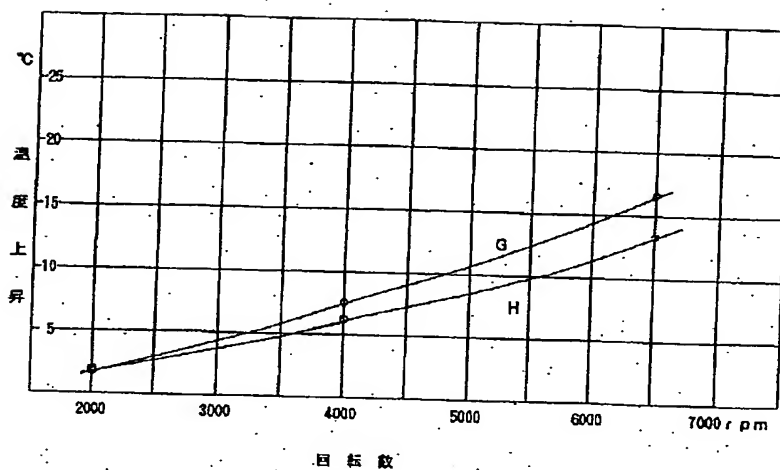


【図3】

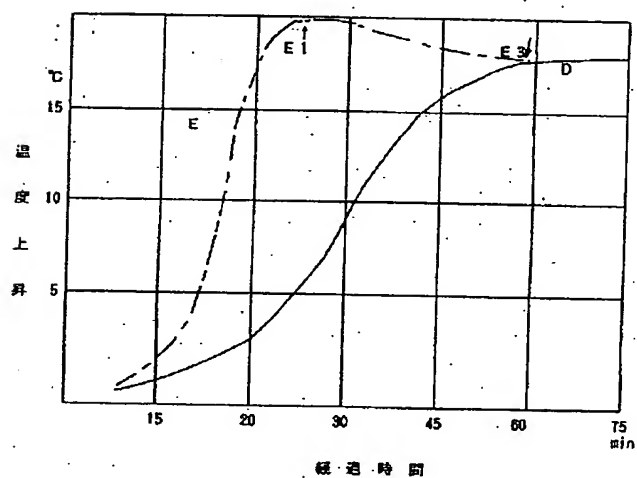




【図8】



【図9】



**This Page Blank (uspto)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☒ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**This Page Blank (uspto)**